

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-214043  
 (43)Date of publication of application : 05.08.1994

(51)Int.Cl.

G01V 3/11

(21)Application number : 05-020669  
 (22)Date of filing : 13.01.1993

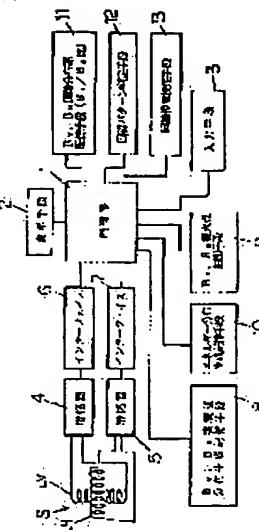
(71)Applicant : KYUSHU DENKI KENSETSU KOJI KK  
 (72)Inventor : ARAMAKI SHIGEAKI  
 ENFUKU KEIJI  
 KISU TAKANOBU

## (54) METHOD FOR DETECTING UNDERGROUND BURIED CIRCUIT POSITION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To move a sensor to determine the kind and depth of a circuit, determine the horizontal origin position of each circuit according to the presence or absence of symmetry in actual measurement value distribution, and easily and sensitively confirm the circuit position.

CONSTITUTION: A sensor S is moved to determine a line where the horizontal and vertical flux densities BH, BV of an underground buried circuit are maximum as a circuit orthogonal direction. The sensor S is moved in this direction, the data is transmitted to a BV, BH measurement value distribution generating storing means 8 through vertical and horizontal coils LV LH—a controller 1, and density BV, BH maximum points are extracted 9. From the measurement value distribution, a peak point P of energy distribution is determined to determine 10 an approximate origin position. The circuit kind is judged from the number of maximum points, and when the measurement value distribution is symmetric, the sensor S is vertically moved to determine the depth of the circuit, and the approximate origin is confirmed to be within an allowable error range, and determined as the origin point. When the distribution is not symmetric, the depth is similarly determined, and of stored 11 theoretical distributions, one having the BV/BH coincident to this is selected, and the origin of the theoretical distribution at matching is determined as the origin point.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.01.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2054719

[Date of registration] 23.05.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 02.08.1998

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-214043

(43)公開日 平成6年(1994)8月5日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 V 3/11

識別記号

庁内整理番号

B 9216-2G

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 3 FD (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平5-20669

(22)出願日

平成5年(1993)1月13日

(71)出願人 591005327

九州電気建設工事株式会社

福岡県福岡市中央区渡辺通2丁目1番82号

(72)発明者 荒巻 重明

福岡県春日市須玖北9-70

(72)発明者 円福 敬二

福岡県福岡市西区小戸5-7-54

(72)発明者 木須 ▲たか▼暢

福岡県福岡市中央区小笹1-20-23

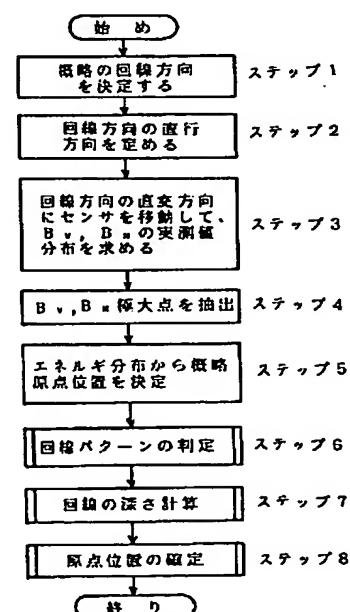
(74)代理人 弁理士 平野 一幸 (外1名)

(54)【発明の名称】 地下埋設回線位置検出方法

(57)【要約】

【目的】 容易にかつ感度が高く地下埋設管の位置を確認できる地下埋設回線位置検出方法を提供する。

【構成】 地上において、地下に埋設された回線を横切るように、センサを移動して、この回線を流れる低周波電流により発生する磁束密度の実測値分布を取得するプロセスと、この実測値分布に基いて、この回線の種別を判別するプロセスと、このセンサを鉛直方向に移動し、鉛直方向の磁束密度の実測値からこの回線の深さを求めるプロセスと、この実測値分布が対称性を有する場合には、その対称軸上にこの回線の水平方向原点位置を設定し、対称性を有しない場合には、この実測値分布を理論分布とマッチングさせ、マッチングした際の理論分布の原点位置をこの回線の水平方向原点位置とするプロセスとを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 地上において、地下に埋設された回線を横切るように、センサを移動して、この回線を流れる低周波電流により発生する磁束密度の実測値分布を取得するプロセスと、

この実測値分布に基いて、この回線の種別を判別するプロセスと、

このセンサを鉛直方向に移動し、鉛直方向の磁束密度の実測値からこの回線の深さを求めるプロセスと、

この実測値分布が対称性を有する場合には、その対称軸上にこの回線の水平方向原点位置を設定し、対称性を有しない場合には、この実測値分布を理論分布とマッチングさせ、マッチングした際の理論分布の原点位置をこの回線の水平方向原点位置とするプロセスとを有することを特徴とする地下埋設回線位置検出方法。

【請求項2】 前記センサが、磁束密度の水平方向成分及び垂直方向成分を同時に検出すべく、十字状に配線されたコイル群である請求項1記載の地下埋設回線位置検出方法。

【請求項3】 前記回線の種別の判別が、実測値分布における磁束密度の水平方向成分及び垂直方向成分の極大点の個数により行われる地下埋設回線位置検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電力ケーブルなど地下埋設回線の水平方向位置及び地中深さを磁界測定により検出する地下埋設回線位置検出方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年都市の過密化、生活の高度化などに伴い、地下に多条の電力ケーブル、水道管、ガス管、電話線管路などが埋設され、地下ではこれら埋設管が複数に入り組み、その位置関係を正確に把握することは、極めて困難になっている。そのため、埋設管を増設するため建設機械を用いて道路工事を行なっている際、誤って既存の上記埋設管を破損するなどの事故が多発している。このような事故を未然に防止するためには、是非とも上記埋設管の位置確認手段が必要となる。

【0003】 ここで、従来上記埋設管の位置確認手段とされているものには、大きく分けて次の三種類のものがある。

(1) まず、上記埋設管に高周波電流を流し、それにより発生する磁界を計測し、位置を確認するというものである。しかしながら、この方法が有効であるためには、埋設管が大地と絶縁され、地中に金属などのきょう雜物がなく、地中深さが約3m以下であるという条件が、必要である。しかも、埋設管に高周波電流を流し、磁界を発生させると、二次・三次誘導が発生し、磁界のみを測定してもそれが埋設管のものであるかどうか定かでないことが多い。したがって、埋設管の位置を実際的かつ正

確に測定できるとは言い得ないものである。

(2) 次に、レーダー技術を用いて埋設管の位置を知るという方法がある。すなわち、地上に配置した発信機から地中に向け電波を発射し、その発射波を受信して埋設管の位置を知るものである。しかしながら、地中には上記埋設管の他に、コンクリートの破片、鉄屑、その他の固体物が散在しているのが現状であり、上記埋設管からの反射波の他にこれら固体物からの反射波も受信されてしまい、この方法によても上記埋設管の位置を正確に知ることは困難である。仮に、埋設管からのものと固体物からのものとを識別し、不要な反射波を消去する手段を用いるとしても、全体として大規模かつ高価な装置とならざるを得ない。

(3) 最後に、人力による掘削で、埋設管の位置を知る方法がある。すなわち、深夜道路の主要部分のみ人力により試掘・調査するというものである。現状では、上記(1)及び(2)の方法の信頼性が低いため、ほとんどこの方法によっている。しかしながら、この作業は、一般人の生活活動を阻害しないようするため、深夜のごく限られた時間でしか行なえず、しかも多大の労力・費用を要するばかりでなく、騒音の発生など公害の原因ともなるものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述の問題点に鑑み、本発明の目的は、対象である埋設管以外の物体に攪乱されず、外部からのノイズに阻害されることなく、すなわち容易にかつ精度・感度が高く地下埋設管の位置を確認でき、公害の原因となるおそれのない地下埋設回線位置検出方法を提供する点にある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、地上において、地下に埋設された回線を横切るように、センサを移動して、この回線を流れる低周波電流により発生する磁束密度の実測値分布を取得するプロセスと、この実測値分布に基いて、この回線の種別を判別するプロセスと、このセンサを鉛直方向に移動し、鉛直方向の磁束密度の実測値からこの回線の深さを求めるプロセスと、この実測値分布が対称性を有する場合には、その対称軸上にこの回線の水平方向原点位置を設定し、対称性を有しない場合には、この実測値分布を理論分布とマッチングさせ、マッチングした際の理論分布の原点位置をこの回線の水平方向原点位置とするプロセスとを有する。

## 【0006】

【実施例】 本発明の実施例を、図面を参照しながら説明する。まず、図6～図12を参照しながら、本実施例の地下埋設回線位置検出方法の原理について述べる。

【0007】 本方法の検出対象である回線（電力ケーブル）には（1）単相交流ケーブル、（2）三相交流ケーブル（1回線）、（3）三相交流ケーブル（2回線）であって、1号線と2号線を流れる電流が相等しいもの及

び(4)三相交流ケーブル(2回線)であって、1号線と2号線を流れる電流が相違するものとがある。

(1) 単相交流ケーブルについて

図6は、単相交流ケーブルにおける磁界の説明図である。図6中、Gは地面、CBは地面G下に埋設された単\*

$$B_v = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{\cos \theta}{\gamma} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{x}{\gamma^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{x}{x^2 + (h+y)^2}$$

【0009】

$$B_h = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{\sin \theta}{\gamma} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{h+y}{\gamma^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{h+y}{x^2 + (h+y)^2}$$

ただし、 $B_v$ ：垂直磁束密度、 $\gamma$ ：半径

$B_h$ ：水平磁束密度、 $h$ ：ケーブルの深さ

$\mu_0$ ：真空の透磁率、 $\theta$ ：半径 $\gamma$ が水平線となす角

$I$ ：低周波又は商用周波電流とする。

これを横軸 $x$ 、縦軸を磁束密度 $B$ として図示すると、図7のようになる。この図7において、水平磁束密度 $B_h$ は、単相交流ケーブルCBの真上においてのみ極大値 $B_{h1}$ を有し、この点で垂直磁束密度 $B_v$ は零となる。また、垂直磁束密度 $B_v$ の極大点は1つ(極大値 $B_{v1}$ )である。そして、(数1)から、 $x$ 座標を一定(鉛直方向)として、水平磁束密度 $B_h$ と $y$ 座標を少なくとも2点測定し、得られた2式を連立方程式として解けば、単相交流ケーブルCBの深さ $h$ を求めることができる。★

$$B_v(t) = \sum_{i=1}^3 B_{vi} \quad \text{但し、} \quad B_{vi} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{\cos \theta_{i1}}{\gamma_i} \quad (i = 1, 2, 3)$$

【0012】

$$B_h(t) = \sum_{i=1}^3 B_{hi} \quad \text{但し、} \quad B_{hi} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{\sin \theta_{i1}}{\gamma_i} \quad (i = 1, 2, 3)$$

ここで、 $\theta_1 = \omega t$ 、 $\theta_2 = \omega t + 2/3\pi$ 、 $\theta_3 = \omega t - 2/3\pi$ であり、 $\gamma_1, \cos \theta_1, \sin \theta_1$ は、 $x$ 座標及び上記深さ $h$ の関数である。

そして、水平磁束密度 $B_h(t)$ の振幅 $B_h$ と、垂直磁束密度 $B_v(t)$ の振幅 $B_v$ とを図示すると、図9のようになる。即ち、 $B_h$ は三相交流ケーブルA、B、Cの真上においてのみ極大値 $B_{h1}$ を有し、この点で $B_v$ は零となる。また $B_v$ の極大点は2つ(極大値 $B_{v1}$  (=  $B_{v2}$ ))である。

【0013】(3)三相交流ケーブル(2回線)であって、1号線と2号線を流れる電流が相等しいものについて

$$B_h(t) = \sum_{i=1}^3 B_{hi} + \sum_{j=4}^6 B_{hj}$$

$$\text{但し、} \quad B_{hi} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi} \frac{\sin \theta_{i1}}{\gamma_i} \quad (i = 1, 2, 3)$$

$$B_{hj} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi} \frac{\sin \theta_{j1}}{\gamma_j} \quad (j = 4, 5, 6)$$

【0015】

\*相交流ケーブルである。そして、点P( $x, y$ )において、

【0008】

【数1】

★【0010】

(2)三相交流ケーブル(1回線)について

20 図8は、三相交流ケーブルA、B、Cが地面G下に埋設されている状態を示す。ここで、図6と同様な点P( $x, y$ )において、時刻 $t$ に、これらケーブルA、B、Cが作る磁束密度をそれぞれ $B_1, B_2, B_3$ とすると、

【0011】

【数3】

☆☆【数4】

$$B_h(t) = \sum_{i=1}^3 B_{hi} \quad \text{但し、} \quad B_{hi} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{\sin \theta_{i1}}{\gamma_i} \quad (i = 1, 2, 3)$$

◆図10は、2回線電力ケーブル(A、B、Cは1号線、A'、B'、C'は2号線)の布設状態を示す。bはケーブル間の間隔、CLは中心線である。さて、上記と同様な点P( $x, y$ )において、ケーブルA、B、C、A'、B'、C'が作る磁束密度を $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ とし、1号線の電流を $I_1, 2$ 号線の電流を $I_2$ とすれば、

【0014】

【数5】

◆

◆

50 【数6】

$$B_v(t) = \sum_{i=1}^3 B_{vi} + \sum_{j=4}^6 B_{vj}$$

$$\text{但し, } B_{vi} = \frac{\mu_0 I_i}{2\pi} \frac{\cos \theta_i}{\gamma_i} \quad (i = 1, 2, 3)$$

$$B_{vj} = \frac{\mu_0 I_j}{2\pi} \frac{\cos \theta_j}{\gamma_j} \quad (j = 4, 5, 6)$$

ここで、 $\theta_1 = \omega t$ 、 $\theta_2 = \omega t + 2/3\pi$ 、 $\theta_3 = \omega t - 2/3\pi$ 、 $\theta_4 = \omega t - 2/3\pi$ 、 $\theta_5 = \omega t + 2/3\pi$ 、 $\theta_6 = \omega t$ であり、 $\gamma_i$ 、 $\gamma_j$ 、 $\cos \theta_i$ 、 $\cos \theta_j$ 、 $\sin \theta_i$ 、 $\sin \theta_j$ は、 $x$ 座標及び上記深さ $h$ の関数である。そして、1号線と2号線を等しい電流が流れる( $I_1 = I_2$ )とき、水平磁束密度 $B_h(t)$ の振幅 $B_h$ と、垂直磁束密度 $B_v(t)$ の振幅 $B_v$ を図示すると、図11のようになる。即ち、中心線CLを中心に対称な分布となり、 $B_v$ は中心線CLの真上においてのみ極大値 $B_{v1}$ を有する。また $B_h$ は中心線CLをはさんで2つの等しい極大値( $B_{h1}$ 、 $B_{h2}$ )を有する。

【0016】(4) 三相交流ケーブル(2回線)であって、1号線と2号線を流れる電流が相違するものについて

これは、(数5)、(数6)において、 $I_1 \neq I_2$ となる場合である。図12に $I_2 / I_1 = 1.07$ となる場合を示す。このように $I_1 \neq I_2$ となる場合、 $B_v$ においても $B_h$ においても、2つの極大点( $B_{v1}$ と $B_{v2}$ 、 $B_{h1}$ と $B_{h2}$ )を有することになる。そして、本方法においては、後述する $B_v$ 、 $B_h$ 理論分布群記憶手段(図1参照)に、 $B_v / B_h$ 比( $I_1$ 、 $I_2$ の関数)をパラメータとして、このような分布曲線群を、位置検出に先立ち、多数記憶させておく。

【0017】(5) エネルギ分布について

さて、上記水平磁束密度 $B_h$ 、垂直磁束密度 $B_v$ が与えられたとき、 $B^2 = B_h^2 + B_v^2$ はエネルギーに比例する量である。このエネルギー $B^2$ の分布におけるピークは、上記(1)～(3)の場合のように、 $B_v$ 、 $B_h$ が対称軸(ケーブルの真上又は中心線CL)を有する場合、当然この対称軸上にある。逆にいうと、このエネルギー分布のピーク点は、ケーブル又は中心線CLの位置を示す。ところが、(4)のように、1号線、2号線の電流が一致せず、 $B_v$ 、 $B_h$ が対称軸を有しないときには、エネルギー分布のピーク点は中心線上CL上に位置しない。しかし、図13(b)に示すように、 $I_1 > I_2$ であれば、このエネルギー分布(図13(a))のピーク点Pは、必ず中心線CLと大きな電流( $I_1$ )が流れるケーブル(図13(b)では1号線)との間に位置する。そして、中心線CLとこのケーブルとの間の距離は、実際上10cm前後である。したがって、 $B_v$ 、 $B_h$ が非対称分布を示す場合においても、このピーク点Pの位置は、中心線CLの概略位置を示すものと言うことができる。

【0018】次に、図1～図5及び図14、図15を参照しながら、本実施例に係る地下埋設回線位置検出方法を説明する。図1は、本方法を実施するための検査装置のブロック図である。1はCPUなどの制御部であり、2は検査の進行状況や検査結果を表示するCRTなどの表示手段、3は検査に必要な指令などを制御部1へ送るためのキーボードなどの入力手段である。ここで一般に、回線に通電すると、地上において交番磁束を生ずるが、この磁束をコイルからなるセンサSで捕える。そして、センサSに誘起される電圧をもとに、以下の検出を行うものである。ここで、 $L_v$ は垂直方向に支持される垂直コイル、 $L_h$ は水平方向に支持される水平コイルであり、これらコイル $L_v$ 、 $L_h$ によりセンサSが形成される。このように、水平コイル、垂直コイル $L_v$ は十字状に配線し、回線を電流が流れることにより生成される磁束につき、水平磁束密度 $B_h$ 、垂直磁束密度 $B_v$ を同時に計測することができる。したがって、対象である回線に、格別の計測用電流を流す必要はなく、時々刻々変化する商用周波交流が流れるケーブルに対しても、水平磁束密度 $B_h$ の計測時と垂直磁束密度 $B_v$ の計測時にタイムラグを生ずることなく円滑に計測を行うことができる。勿論ケーブルに直流又は低周波の計測用電流を流しても差支えない。また、基本的に現に流れている低周波電流を利用するものであるので、高次誘導の影響を受けにくく、しかも計測が容易となる。なお、図示していないが、センサSの感度を向上すべく、コイルを差動結線したり、冷却したりしてもよい。4は垂直コイル $L_v$ に誘起される電圧を增幅する增幅器、5は同様な水平方向の増幅器であり、これらの出力はインターフェイス6、7を介して制御部1へ送られる。8は、この実測値を、水平磁束密度 $B_h$ 、垂直磁束密度 $B_v$ へ変換して、上記x方向の実測値分布を生成、記憶する $B_v$ 、 $B_h$ 実測値分布生成記憶手段、9はこの記憶手段8の実測値分布のうち水平磁束密度 $B_h$ 、垂直磁束密度 $B_v$ のそれぞれの分布から極大点を抽出する $B_v$ 、 $B_h$ 極大点抽出手段、10は上記記憶手段8に記憶された磁束密度 $B_v$ 、 $B_h$ からエネルギー $B^2$ (= $B_v^2 + B_h^2$ )の分布を生成すると共に、このエネルギー分布のピーク点Pを抽出するエネルギー分布生成記憶手段、11は水平磁束密度 $B_h$ と垂直磁束密度 $B_v$ のピーク値の比( $B_v / B_h$ 比)をパラメータとして、(数5)、(数6)に基づく磁束密度 $B_v$ 、 $B_h$ の理論分布を多数記憶している $B_v$ 、 $B_h$ 理論分布群記憶手段、12は図3(後述)のアルゴリズムにより、水平磁束密度 $B_h$ の極大点の個数と、垂直磁束密度

度 $B_v$ の極大点の個数に基き、検査対象である回線が、上記(1)～(4)のうちどれに属するものであるかを判定する回線パターン判定手段、13は(数1)、(数2)などから回線の深さ $h$ を決定すると共に、 $B_v$ 、 $B_h$ 実測値分布生成記憶手段8及びエネルギー分布生成記憶手段10のデータを参照して、回線の水平方向位置を決定する回線位置決定手段である。

【0019】次に、図2～図5を参照しながら、本実施例に係る地下埋設回線位置検出方法の各ステップを説明する。まず、地上において、地下に埋設された回線を横切るように、センサSを移動させる。図14において、CAは地下に埋設された回線、nはこの回線CAの真の方向である。ここで、検出前はこの真の方向nは不明であるが、概略の方向M1は予め分かっている。そこで、この概略の方向M1を定めた上で(ステップ1)、この方向M1に直交するラインL1をセンサSの移動ラインとする。そして、このラインL1上においてセンサSを移動し、次いで、図15に示すように、移動ラインを、このラインL1から、L2、L3のように、水平面内で一点を中心回転するようにずらし、水平磁束密度 $B_h$ 又は垂直磁束密度 $B_v$ が最大となるラインL2を探し出し、このラインL2の方向を回線方向に直交する方向と定める(ステップ2)。そして、探し出したラインL2上でセンサSを移動し、垂直コイルL<sub>v</sub>、水平コイルL<sub>h</sub>、增幅器4、5、インターフェイス6、7、制御部1を介して、 $B_v$ 、 $B_h$ 実測値分布生成記憶手段8へデータを送る(ステップ3)。そして、 $B_v$ 、 $B_h$ 極大点抽出手段9により、垂直磁束密度 $B_v$ の分布及び水平磁束密度 $B_h$ の分布のそれれにおいて極大点を抽出する(ステップ4)。次いで、上記記憶手段8内の実測値分布から、エネルギー分布生成記憶手段10によりエネルギー分布のピーク点Pを求め、概略原点位置を決定する(ステップ5)。上述したように、(1)～(3)の回線パターンでは、このピーク点Pは回線の真上又は中心線CLKに位置し、(4)のパターンでは中心線CLと大きな電流が流れる号線との間に位置し、回線の概略の水平方向位置を与えるものである。

【0020】次いで、この実測値分布に基いて、回線パターン(種別)を判定する(ステップ6)。具体的には、上述したように水平磁束密度 $B_h$ の極大点(以下「水平点」という)と、垂直磁束密度 $B_v$ の極大点(以下「垂直点」という)との個数により判定することができる。即ち図3に示すように、水平点及び垂直点のいずれもが2個であれば、2回線(6相)電流相違と判定する(ステップ51、52、54)。また、水平点が2個、垂直点が1個であれば2回線(6相)電流一致と判定する(ステップ51、52、55)。水平点が1個、垂直点が2個ならば1回線(3相)(ステップ51、53、56)、水平点、垂直点がともに1個ならば単相(ステップ51、53、57)と判定する。

【0021】次いで、上記実測値分布が対称性を有するとき(即ち、(1)単相、(2)1回線(3相)又は(3)2回線(6相)で電流一致の場合)、その対称軸上に水平方向原点位置を設定する。具体的には、図4に示すように、この原点位置から鉛直方向にセンサSを移動して、少なくとも2点につき、計測を行う。そのデータを、(数1)、(数2)などに代入し、連立方程式を解くことにより、回線の深さ $h$ を求める(ステップ61)。次いで、上記実測値分布から原点を求める(ステップ62)、この原点位置が、エネルギー分布のピーク点Pから誤差を考慮した許容範囲内であることを確認した上でこの点を原点位置として確定する(ステップ63、64)。もしそうでなければ、測定ミスと考えられるので、表示手段2にその旨表示して再測定を促す(ステップ65)。

【0022】一方、上記実測値分布が対称性を有しない場合((4)2回線(6相)電流相違)、上記と同様に、センサSを鉛直方向に移動して深さ $h$ を求める(ステップ66)。次いで、図5に示すように、この実測値分布と、 $B_v$ 、 $B_h$ 理論分布群記憶手段11に記憶された理論分布のうち $B_v$ 、 $B_h$ 比が一致するものを選出し、これらのマッチングをとり、マッチングした際の理論分布の原点を、回線の原点位置とする(ステップ67～70)。

【0023】  
【発明の効果】本発明は、上述のように構成したので、既に回線に流れている低周波電流を用い、誘導を生じず正確に位置検出を行いうる。また、試掘などを要せず地上でセンサをスキャンすることで、検出できるので、迅速・容易に回線の位置を特定することができる。

【図面の簡単な説明】  
【図1】本発明の地下埋設回線位置検出方法に用いる検出装置のブロック図  
【図2】本発明の地下埋設回線位置検出方法のフローチャート  
【図3】本発明の地下埋設回線位置検出方法のフローチャート  
【図4】本発明の地下埋設回線位置検出方法のフローチャート  
40 【図5】本発明の地下埋設回線位置検出方法のフローチャート  
【図6】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説明図  
【図7】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説明図  
【図8】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説明図  
【図9】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説明図  
50 【図10】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説

明図

【図11】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説

明図

【図12】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説

明図

【図13】本発明の地下埋設回線位置検出方法の原理説

明図

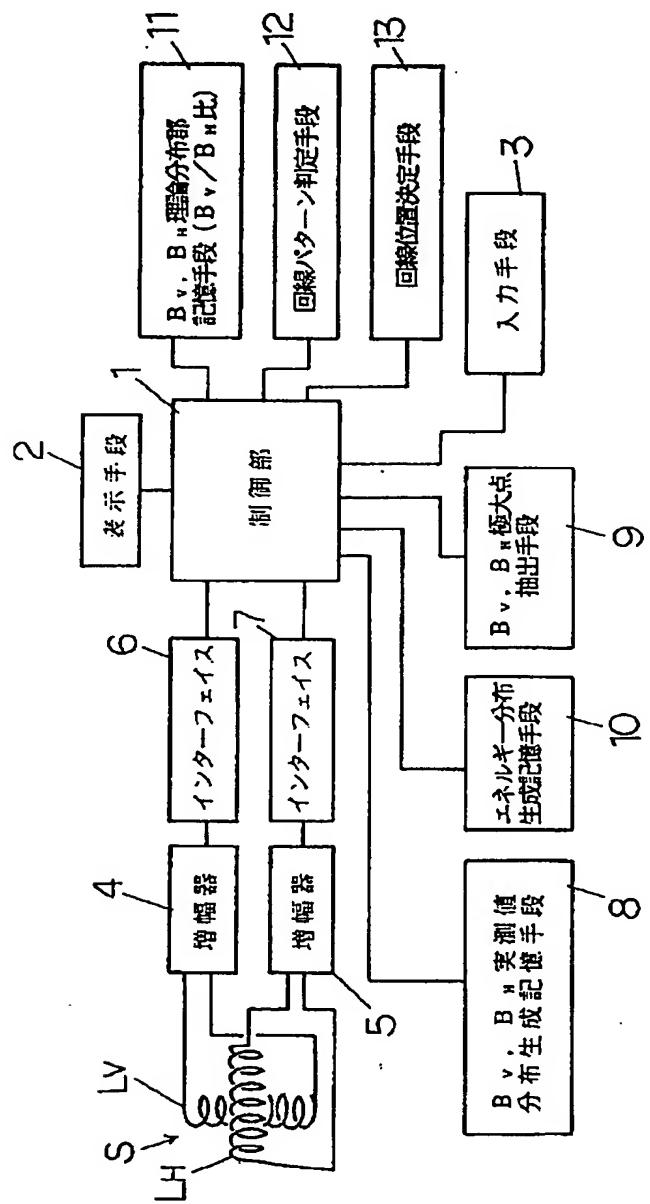
\* 【図14】本発明の地下埋設回線位置検出方法の工程説  
明図【図15】本発明の地下埋設回線位置検出方法の工程説  
明図

【符号の説明】

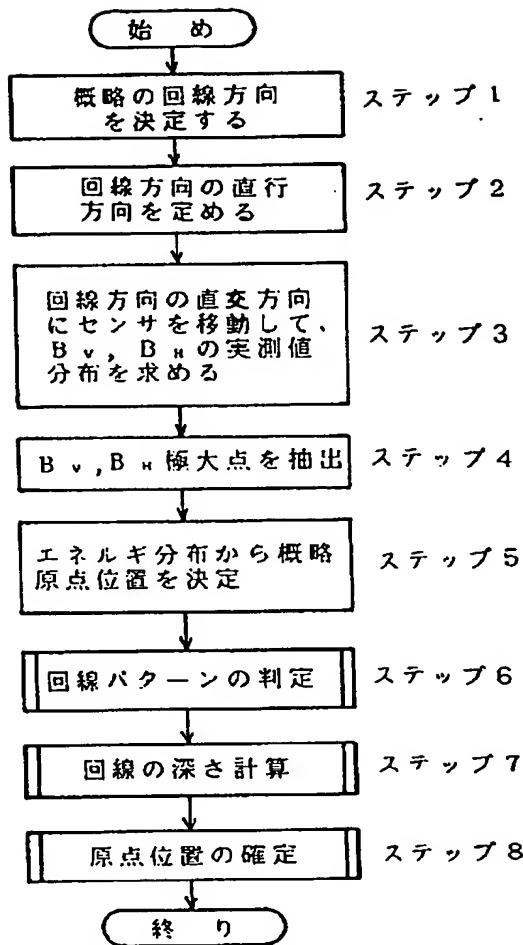
C A 回線

\* S センサ

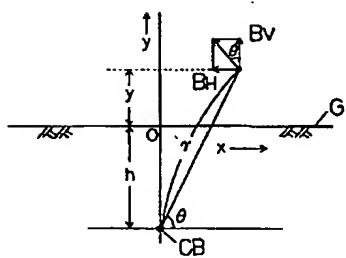
【図1】



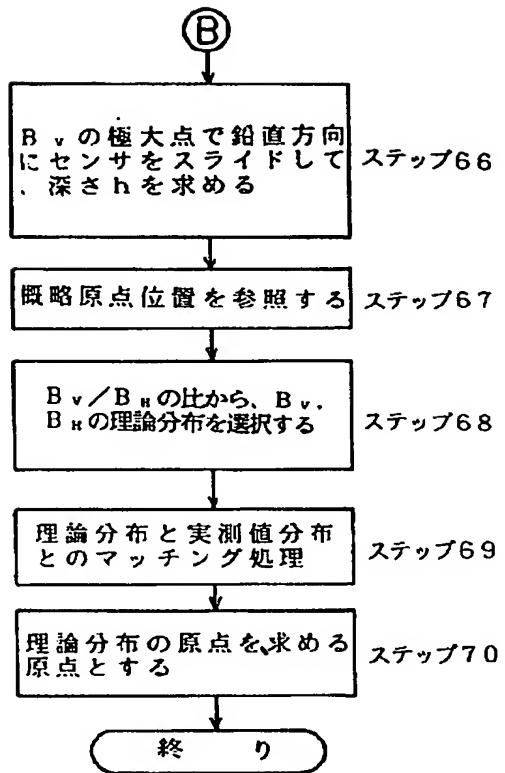
【図2】



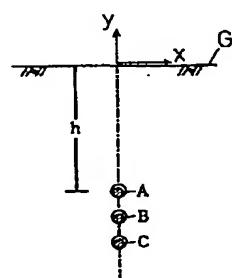
【図6】



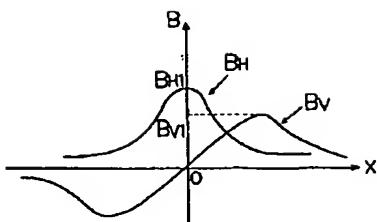
【図5】



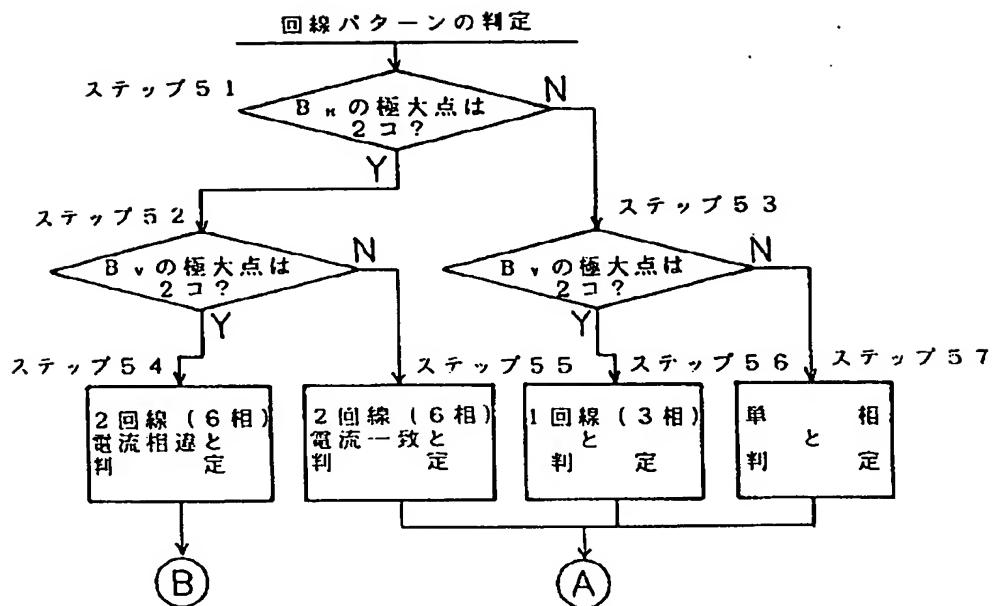
【図8】



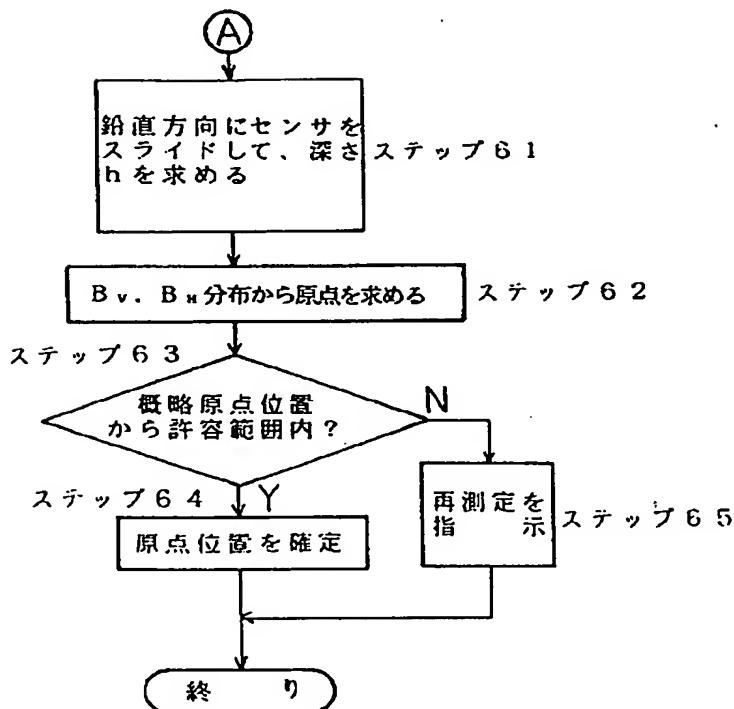
【図7】



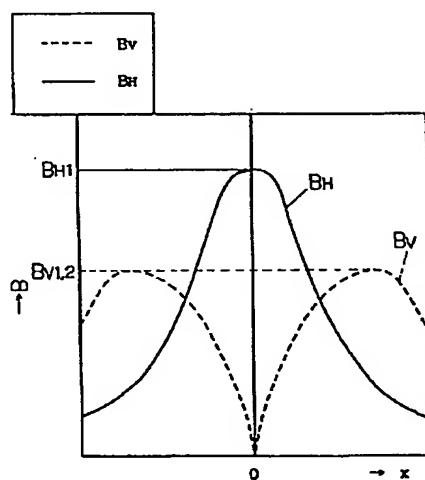
【図3】



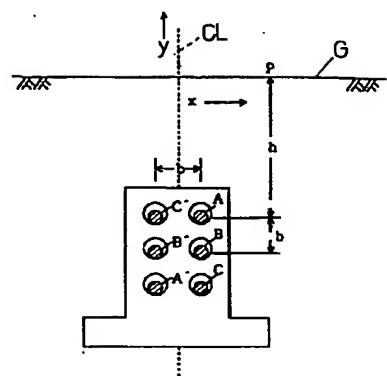
【図4】



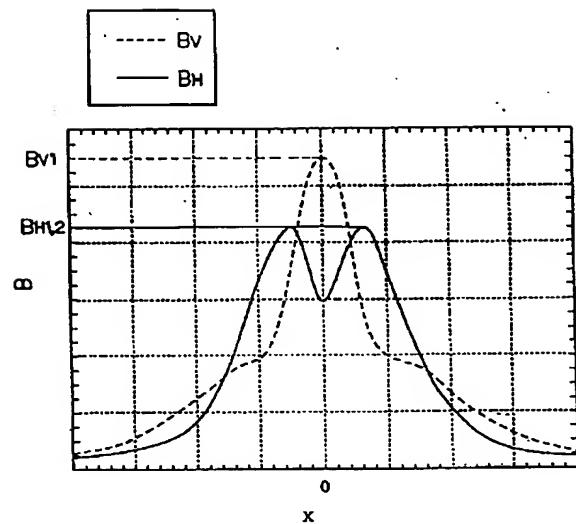
【図9】



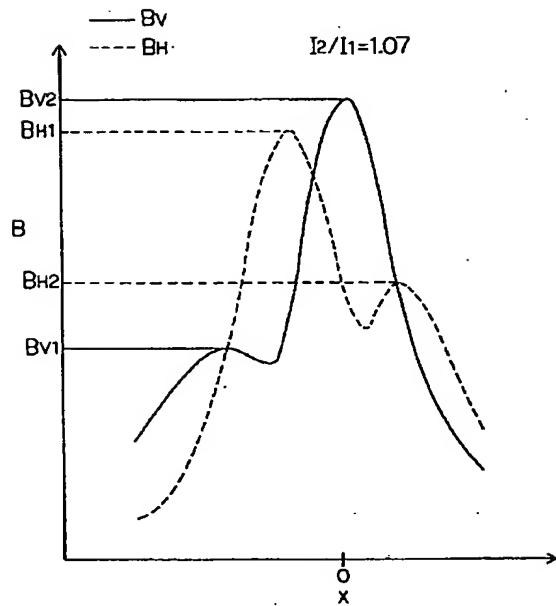
【図10】



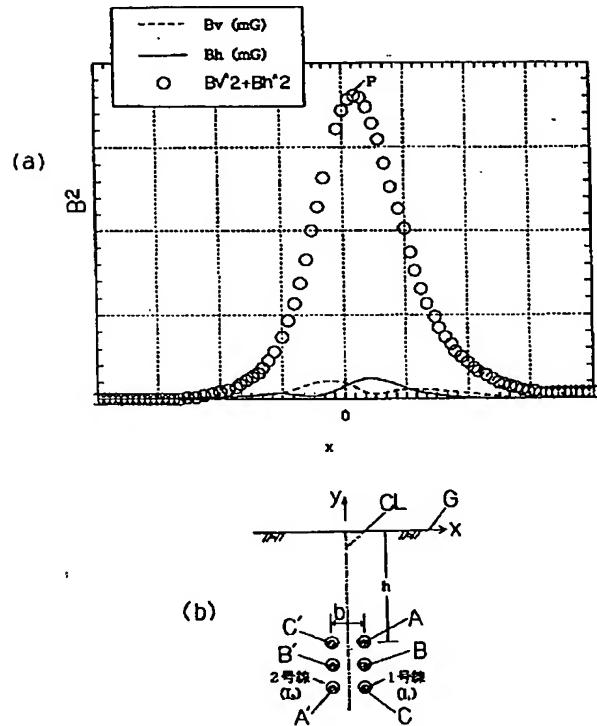
【図11】



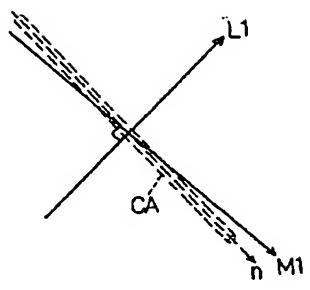
【図12】



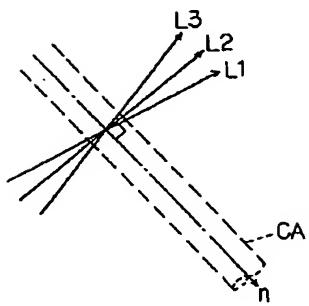
【図13】



【図14】



【図15】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-059048  
 (43)Date of publication of application : 04.03.1994

(51)Int.Cl.

G01V 3/10

(21)Application number : 04-211751  
 (22)Date of filing : 07.08.1992

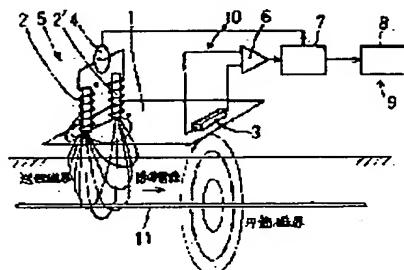
(71)Applicant : TOKYO GAS CO LTD  
 (72)Inventor : HOSOHARA YASUHARU  
 NAGASHIMA SHINGO

## (54) INDUCTIVE TRANSMISSION TYPE BURIED PIPE DETECTOR AND ITS TRANSMITTER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make the detection of an electrical insulating spot possible by providing a pair of transmitting coils longitudinally in parallel with a space taken so that the direction of a magnetic pole may be a negative phase, and executing detection at a position where a receiving coil approaches the transmitting coil.

**CONSTITUTION:** A pair of transmitting coils 2, 2 connected in series is longitudinally provided at an interval taken so that the direction of a magnetic pole may be a negative phase, and a receiving coil 3 is provided in a lateral direction crossing the arranging direction of the transmitting coils 2, 2 at right angles and moreover longitudinally in parallel. In the case where the electrical insulating spot of the insulating coupling of a buried pipe 11 is detected by a detector 10, measuring lines rectangular to an axial direction are set up at plural positions along the assumed axial direction of the pipe 11. The device 10 is moved in a state where in each measuring line, each arranging direction of the transmitting coils 2, 2 crosses the assumed axial direction at a right angle for measuring. The strength of a detected magnetic field is maximum when the pipe 11 takes a position just above the pipe 11. In addition, when the peak value of the strength of the detected magnetic field is displayed to the axial direction of the pipe 11, it becomes minimum at the spot of the insulating coupling, and the position of the insulating coupling can thereby be detected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.08.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.03.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-59048

(43)公開日 平成6年(1994)3月4日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 V 3/10

識別記号

庁内整理番号

B 7256-2G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-211751

(22)出願日 平成4年(1992)8月7日

(71)出願人 000220262

東京瓦斯株式会社

東京都港区海岸1丁目5番20号

(72)発明者 細原 靖治

神奈川県横浜市金沢区金利谷町1642-212

-D-2

(72)発明者 長島 伸吾

東京都港区白金台3-12-7-204

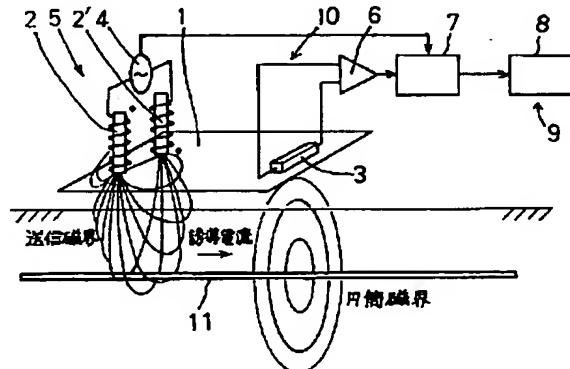
(74)代理人 弁理士 三鷹 晃司

(54)【発明の名称】 誘導送信式埋設管探知装置及びその送信器

(57)【要約】

【目的】誘導送信式埋設管探知装置に於いて、短い埋設管や、絶縁継手で接続されている埋設管の、絶縁継手の近傍の位置を探知したり、絶縁継手等の電気的絶縁箇所を探知可能とする。

【構成】送信器に於いては、直列に接続した一対の送信コイルを磁極の方向が逆相となるように間隔をおいて縦型に並列に設置する。上記送信器を用いた探知装置に於いては、一対の送信コイルの並び方向と直交する横方向に、該送信コイルの並び方向と平行に軸方向を向けた受信コイルを一体に設置して構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】直列に接続した一対の送信コイルを磁極の方向が逆相となるように間隔をおいて縦型に並列に設置したことを特徴とする誘導送信式埋設管探知装置の送信器

【請求項2】請求項1の一対の送信コイルの並び方向と直交する横方向に、該送信コイルの並び方向と平行に軸方向を向けた受信コイルを一体に設置したことを特徴とする誘導送信式埋設管探知装置

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はガス管、水道管、電力ケーブル、電話ケーブル等の導電性を有する埋設金属管や、これらを接続する絶縁継手等の電気的絶縁個所を探知するための誘導送信式埋設管探知装置及びその送信器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】地中に埋設されている導電性の埋設管の位置を探知するための従来の代表的な装置の一例として、地中探査レーダーや電磁誘導式埋設管探知装置等の装置がある。

【0003】地中探査レーダーは、地中へ電磁波を発信し、それが埋設管の表面から反射したエコーを地上の受信機で受信することにより探知を行うものである。

【0004】一方、電磁誘導式埋設管探知装置は、探しすべき埋設金属管に交流電流を流し、この交流電流により発生する交番磁界を地上に於いて受信コイルにより受信することにより探知するもので、埋設金属管に交流電流を流す方法に於いて、埋設金属管の地上露出部に直接に交流電流源を接続する直接式のものと、送信コイルにより発生させた送信磁界で電磁誘導により流す誘導送信式のものとがあり、夫々得失がある。本発明は上述したように、後者の誘導送信式埋設管探知装置に関するものである。

【0005】従来の誘導送信式埋設管探知装置では、埋設管との間で磁束を効率的に鎖交させるために送信コイル及び受信コイルは、それらの軸方向を埋設管と直交させて水平に配置させて検出を行う構成としたものが多く、これらのコイルの配置では受信コイルに対しての送信磁界の直接の影響が大きい。従って、この影響を低減するために、受信コイルは、送信コイルと別体に構成して送信コイルの影響の少ない離れた位置で操作したり、また受信コイルを送信コイルと一体に設置したものは、キャンセルコイルや信号処理等の比較的複雑な手法を用いて送信磁界の影響を低減したりしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上の従来の装置では、短い埋設管や、絶縁継手で接続されている埋設管の、絶縁継手の近傍の位置を探知したり、絶縁継手等の電気的絶縁個所を探知することは困難である。

【0007】即ち、地中探査レーダーに於いては、埋設管の電気的絶縁個所はエコーに何らの影響を与えないので、電気的絶縁個所の存在、従って位置を検出することはできない。

【0008】一方、電磁誘導式埋設管探知装置に於いては、電気的絶縁個所を通じて探知用の電流が流れることはないので、受信コイルを送信コイルから離した位置で操作する場合には電気的絶縁個所の位置は勿論のこと、埋設管自体の位置の探知を行うことができない場合がある。

【0009】とはいっても、受信コイルを送信コイルの近傍に一体に設置する場合には、受信コイルへの送信磁界の影響を低減するための対策が必要となる。本発明は以上の課題を解決することを目的とするものである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、まず本発明では、誘導送信式埋設管探知装置に於いて、直列に接続した一対の送信コイルを磁極の方向が逆相となるように間隔をおいて縦型に並列に設置した送信器を提案する。

【0011】また本発明では、上記の送信器の一対の送信コイルの並び方向と直交する横方向に、該送信コイルの並び方向と平行に軸方向を向けた受信コイルを一体に設置した誘導送信式埋設管探知装置を提案する。

## 【0012】

【作用】本発明の送信器の構成に於いては、図1に示すように一方の送信コイルのN極から出た磁束は空間をループ状に通り、他方の送信コイルのS極に還流して、この送信コイル内をS極からN極に向かって通り、再びN極から出で空間をループ状に通って上記一方の送信コイルのS極に還流する。

【0013】このため一対の送信コイルの並び方向が埋設管の軸方向と直交するように送信器を配置することにより、磁束のループ状部を下方に向けて効率的に埋設管に鎖交させることができ、以って埋設管に探知用の交流電流を誘導することができる。そしてこのように鎖交用の磁束のループ状部を下方に構成するにもかかわらず、一対の送信コイルの並び方向と直交する横方向にループ状に突出する磁束密度は、図9に示すように送信コイルを水平に配設した従来の送信器と比較して非常に少ない。従って埋設管に誘導された交流電流によって発生する磁界を検出するため、埋設管と直交する方向に水平に配置する受信コイルを、上記送信コイルの並び方向と直交する横方向に近付けて配置しても、送信コイルからの直接の影響が少ない。

【0014】このように受信コイルは、送信コイルに近付けた位置に於いて埋設管に誘導される交流電流による磁界を検出するので、埋設管が短い場合や、絶縁継手等の電気的絶縁個所の近傍でも埋設管の探知を行うことができ、また電気的絶縁個所と他の個所との受信レベルの

3 差異により、この電気的絶縁箇所を探知することもできる。

【0015】

【実施例】次に本発明の実施例を図について説明する。図1は本発明の誘導送信式埋設管探知装置及びこれを用いた埋設管の探知動作を表した説明図である。符号1は基体であり、この基体1に一対の送信コイル2, 2' と受信コイル3を一体に設置している。即ち、一対の送信コイル2, 2' は磁極の方向が逆相となるように間隔をおいて縦型に並列に設置すると共に、受信コイル3は、一対の送信コイル2, 2' の並び方向と直交する横方向に、該送信コイル2, 2' の並び方向と平行に軸方向を向けて設置している。基体1は、一対の送信コイル2, 2' と受信コイル3の相対位置が変化しないように剛性の高い非磁性体の材質、例えばポリカーボネート板により構成している。

【0016】直列に接続した一対の送信コイル2, 2' の両端には発振器4を接続して送信器5を構成している。また受信コイル3は前置増幅器6を介してロックインアンプ7に入力する構成としており、このロックインアンプ7には前記発振器4の出力または出力と同期した信号を同時に入力する構成としている。そして、このロックインアンプ7により分離された探知信号を処理装置8に入力して処理する構成としており、これらの構成要素により受信器9を構成している。この受信器8と上記送信器5は、上述した送信コイル1, 1'、受信コイル3と共に一体に設置して探知装置10を構成している。

【0017】上記受信器9の構成に於いては、ロックインアンプ7は受信コイル3からの信号と発振器4からの信号とから、受信コイル3で検出した磁界の強度と送信磁界に対する位相を得て、これを処理装置8に出力し、そして処理装置8はロックインアンプ7の出力から、受信コイル3で検出した磁界のうち、送信磁界に対して90°だけ位相のずれた成分、即ち、送信磁界により埋設管11に流れる磁界の強度を得て、これを探知磁界の強度とする。

【0018】受信器9に於けるこのような雑音除去の信号処理の具体的な構成及び手法は、例えば特開平3-26983号公報に開示されており、またこの他、特開平3-194487号公報や特開平3-194488号公報等に開示されているような手法を適宜に利用することができます。

【0019】以上の構成の探知装置10に於いて、例えば埋設管11の絶縁継手12等の電気的絶縁箇所を探知する場合には、まず埋設管11の想定される軸方向に沿った複数位置に、軸方向と直角方向の測定ラインL<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub>を設定する。(ステップ1…図3)

【0020】次いで各測定ラインL上に於いて、送信器5の一対の送信コイル2, 2' の並び方向を埋設管11

の想定される軸方向と直交させた状態で探知装置10を移動させ、この際の探知磁界の強度の変化を測定する。探知磁界の強度は、一対の送信コイル2, 2' の中心が埋設管11の直上に位置するときが最も大きく、各測定ライン上に於いて、図4に示すようにピークを有する測定曲線が得られる。即ち、このピーク位置に対応して埋設管11の直上位置を探知することができる。(ステップ2)

【0021】送信コイルにより埋設管11に誘導される説明電流は絶縁継手12を越えては流れないので、従来のように送信コイルと受信コイルが離れていて絶縁継手12を隔てた他の区分の埋設管11の上方に位置するときには、送信コイルにより他の区分の埋設管に誘導される電流による探知磁界を検出するのが困難である。

【0022】しかるに本発明では、受信コイル3は送信コイル2, 2' の近傍に於いて埋設管11に誘導される電流による探知磁界を検出するので、送信コイル2, 2' が絶縁継手12に近づくにつれて、埋設管11への誘導電流が少なくなることにより探知磁界の検出強度は次第に小さくなるものの、従来と比較して送信コイル2, 2' が絶縁継手12に、より近づいた位置に於いても受信コイル3による探知磁界の検出を行うことができる。

【0023】上述したように各測定ライン上に於いて測定した探知磁界の強度のピーク値を、埋設管11の軸方向に対して表すと、図5に示すように絶縁継手12の箇所に於いて極小となる曲線となる。従って以上の測定を行い、端子磁界の強度のピーク値が極小なる位置から絶縁継手12の位置を探知することができる。(ステップ3)

【0024】図6は、3m毎に絶縁継手により接続していて、地中50cmの位置に埋設されている200mm径の埋設管についての測定結果を示すものである。図は横軸が埋設管に沿った軸方向の距離、縦軸は各測定ライン上に於ける探知装置10の出力のピーク値である。図6は、ピーク値が極小となる位置が継手位置に対応することを示しており、従ってこの継手位置を探知できることを示している。

【0025】本発明の埋設管探知装置では、このように従来はできなかった絶縁継手の位置の探知を行うことができるので、絶縁継手を用いている埋設管系に於いては、ガス漏れを検出した際に、早急に絶縁継手の位置を探知して、掘削、修理等の必要な処理を行えるという利点がある。

【0026】尚、本発明はこのような絶縁継手の探知ばかりでなく、従来は探知が困難であった短い埋設管の測定も行えるという利点を有するものである。即ち、図8は、図7に示されるように配置した長い埋設管Aと、絶縁継手12で区分された短い埋設管Bにつき、図7中の破線に沿って探知装置10を移動させて探知を行った結

果例を示すものである。尚、図8は、受信コイルで検出した磁界を特願平2-332154号または特願平2-332154号の願書に添付した明細書及び図面に開示されている手法を用いて処理し、送信磁界が土壤に誘導する渦電流による磁界の影響を除去した結果を示しており、この手法は、送信コイルと受信コイルが一体に構成されていて、それらの相対位置が変動しない構成の場合には効果的である。この構成は、上述したように送信コイルと受信コイルとを剛性の高い非磁性体の基体に一体に装置することにより達成することができる。

【0027】しかしながら、本発明は、受信コイルを必ずしも送信コイルと一緒に構成する必要はなく、受信コイルで検出した磁界から探知磁界のみを分離するための手法も適宜のものを利用することができる。

【0028】

【発明の効果】本発明は以上の通り、受信コイルを送信コイルに近付けた位置で探知を行うことができるで、以下に示すような効果がある。

① 絶縁継手等の電気的絶縁箇所を探知することができる。

② 短い埋設管を探知することができる。

③ 長い埋設管にても、従来と比較して高精度で探知を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の埋設管探知装置の構成と探知動作を表した系統説明図である。

【図2】本発明の送信器に於ける磁束分布を表した説明図である。

【図3】本発明の探知装置による探知例として、埋設管の絶縁継手を探知するステップ1に対応する説明図である。＊30

る。

【図4】本発明の探知装置による探知例として、埋設管の絶縁継手を探知するステップ2に対応する説明図である。

【図5】本発明の探知装置による探知例として、埋設管の絶縁継手を探知するステップ3に対応する説明図である。

【図6】上記ステップを経て実際に絶縁継手を探知した結果を示す説明図である。

10 【図7】本発明の探知装置による探知例として、長い埋設管と短い埋設管を探知する場合の埋設管の具体的な配置を示す平面図である。

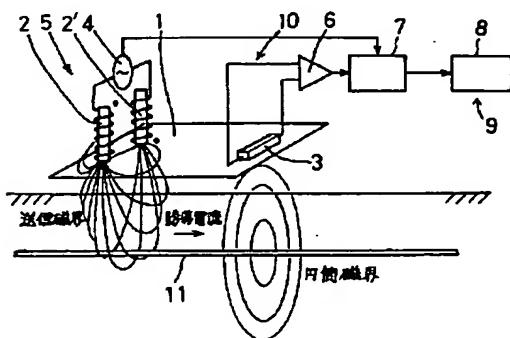
【図8】図7の探知例に於ける具体的な探知結果を示す説明図である。

【図9】従来の送信コイルの配置に於ける送信磁界を表した説明図である。

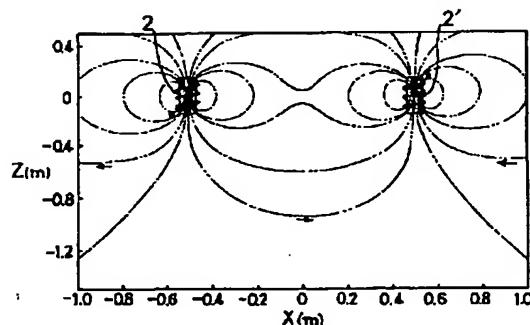
【符号の説明】

1	基体
2, 2'	送信コイル
20 3	受信コイル
4	発振器
5	送信器
6	前置増幅器
7	ロックインアンプ
8	処理装置
9	受信器
10	探知装置
11	埋設管
12	絶縁継手

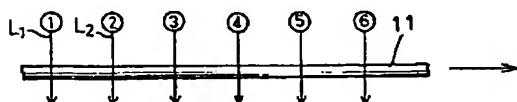
【図1】



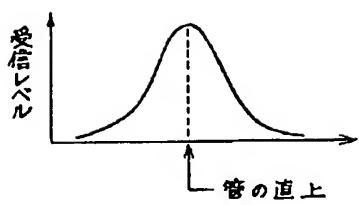
【図2】



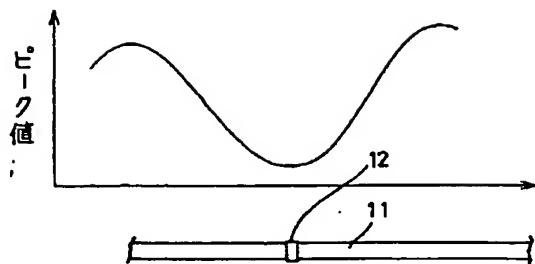
【図3】



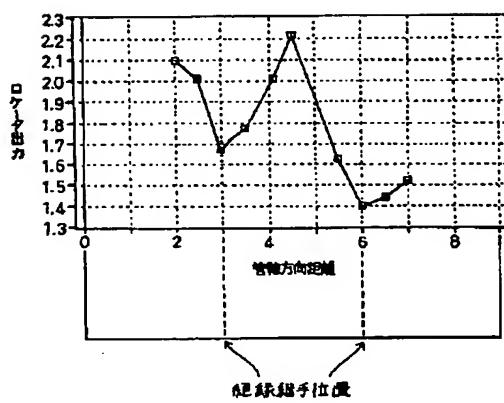
【図4】



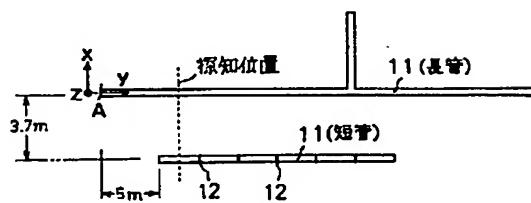
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

